



ANAIS do 37º Congresso Brasileiro de Espeleologia

Curitiba - Paraná, 26 a 29 de julho de 2023



O artigo a seguir é parte integrante dos Anais do 37º Congresso Brasileiro de Espeleologia, disponível gratuitamente em www.cavernas.org.br.

Sugerimos a seguinte citação para este artigo:

PRADO, G. C.; FERREIRA, R. L.. Duas novas espécies cavernícolas de *Pseudochthonius* Balzan, 1892 (Pseudoscorpiones, Chthoniidae) do Nordeste brasileiro: esclarecendo o status troglóbio de algumas espécies brasileiras. In: MISE, K. M.; GUIMARÃES, G. B.. (orgs.) CONGRESSO BRASILEIRO DE ESPELEOLOGIA, 37, 2023. Curitiba. *Anais...* Campinas: SBE, 2023. p.089-094. Disponível em: <http://www.cavernas.org.br/anais37cbe/37cbe_089-094.pdf>. Acesso em: *data do acesso*.

Esta é uma publicação da Sociedade Brasileira de Espeleologia.
Consulte outras obras disponíveis em www.cavernas.org.br

DUAS NOVAS ESPÉCIES CAVERNÍCOLAS DE *PSEUDOCHTHONIUS* BALZAN, 1892 (PSEUDOSCORPIONES, CHTHONIIDAE) DO NORDESTE BRASILEIRO: ESCLARECENDO O STATUS TROGLÓBIO DE ALGUMAS ESPÉCIES BRASILEIRAS

TWO NEW TROGLOBITIC SPECIES OF *PSEUDOCHTHONIUS* BALZAN, 1892 (PSEUDOSCORPIONES, CHTHONIIDAE) FROM NORTHEASTERN BRAZIL: SHEDDING LIGHT ON THE TROGLOBITIC STATUS OF SOME BRAZILIAN SPECIES

Guilherme Carvalho PRADO¹; Rodrigo Lopes FERREIRA¹

(1) Centro de Estudos em Biologia Subterrânea, Departamento de Ecologia e Conservação, Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG. CEP 37200-900, Brasil.

Contatos: prado.gcp.99@gmail.com; drops@ufla.br

Resumo

Duas novas espécies de pseudoescorpiões, *Pseudochthonius sp.1* and *Pseudochthonius sp.2* são descritas nesse artigo. Essas espécies apresentam características distintas que as diferenciam de outras espécies congêneres, incluindo variações na dentição das quelas e quelíceras, quetotaxia das coxas e medições corporais, como razão distância e largura de pedipalpo, perna IV e quelas. Além dos detalhes taxonômicos, são fornecidas observações ecológicas para cada espécie, possíveis ameaças, recomendações para pesquisas futuras e discussão acerca do status troglóbico de algumas espécies do gênero.

Palavras-Chave: Cavernícolas; Pseudoescorpiões; Taxonomia; Biodiversidade subterrânea.

Abstract

Two new species of pseudoscorpions, *Pseudochthonius sp.1* and *Pseudochthonius sp.2*, are described in this article. These species exhibit distinct characteristics that differentiate them from other congeners, including variations in cheliceral and pedipalpal dentition, coxal setae distribution, and body measurements such as pedipalp length-to-width ratio, leg IV length, and cheliceral size. In addition to taxonomic details, we provide ecological observations for each species, potential threats, recommendations for future research, and a discussion on the troglobitic status of some species of the genus.

Keywords: Cave-dwelling; Pseudoscorpions; Taxonomy; Subterranean biodiversity.

1. INTRODUÇÃO

Pseudoescorpiões são pequenos aracnídeos predadores terrestres, comumente encontrado em seis continentes (exceto Antártica). Eles ocorrem em uma diversidade de habitats, incluindo serrapilheira, debaixo de pedras, bem como ninhos ou tocas de animais. Muitas espécies são encontradas em cavernas e podem exibir pré-adaptações ao ambiente subterrâneo. Esses aracnídeos são extremamente diversos, compreendendo 26 famílias (incluindo uma extinta) e 473 gêneros existentes com registro de 11 famílias ocorrendo no Brasil estritamente em ambientes subterrâneos (ZAMPAULO; PROUS, 2022; BENAVIDES *et al.* 2019; WORLD PSEUDOSCORPIONES CATALOG, 2023).

A família Chthoniidae é conhecida por sua notável diversidade de espécies abrangendo mais de 900 espécies em 54 gêneros em todo o mundo. No Brasil, foram identificados 11 gêneros dessa família,

sendo o gênero *Pseudochthonius* Balzan, 1892 o mais comum. A distribuição desse gênero no Brasil abrange seis estados em quatro regiões diferentes (Norte, Nordeste, Sul e Sudeste), além de sua ocorrência em outros países da África, Ásia, Europa, América Central e América do Sul (WORLD PSEUDOSCORPIONES CATALOG, 2023). Podem ser distinguidos pela presença de espinhos coxais plumosos nas coxas I e II, ausência de tubérculo intercoxal e a forma sigmoide característica (com exceção de *Pseudochthonius orthodactylus* Muchmore, 1970), que não apresenta essa característica (Chamberlin, 1929).

Recentemente, quatro novas espécies de *Pseudochthonius* foram descritas para o nordeste brasileiro, *Pseudochthonius ramalho* Schimonsky *et al.* 2022, *Pseudochthonius pali* Prado & Ferreira 2023, *Pseudochthonius diamachi* Prado & Ferreira 2023 e *Pseudochthonius koinopoliteia* Prado & Ferreira 2023. Notavelmente, *Pseudochthonius biseria-*

tus Mahnert 2001, anteriormente registrado como troglóbio, com registro em apenas uma caverna no Sudeste do Brasil (Gruta Olhos d'Água, Itacarambi, Minas Gerais), teve sua distribuição ampliada para o estado de Pernambuco, localizado no nordeste do Brasil (SCHIMONSKY; GALLÃO; BICHUETTE, 2022; PRADO; FERREIRA, 2023; BEDOYA-ROQUEME *et al.*, 2023).

Levantamentos em cavernas realizados na região de Santa Maria da Vitória (sudoeste do estado da Bahia, Brasil) resultaram na descoberta de duas espécies recentemente identificadas de *Pseudochthonius*, as quais são descritas neste estudo. Adicionalmente, foram propostas discussões sobre o status troglóbio de *P. strinatii* e *P. biseriatus*, observações ecológicas para cada espécie, avaliações de possíveis ameaças aos seus habitats, e propostas de pesquisas futuras.

2. MATERIAIS E METODO

As cavernas onde as espécies foram encontradas se encontram no município de Santa Maria da Vitória, sudeste do estado da Bahia. O clima da região é “Aw” (clima de Savana Tropical, com invernos secos) de acordo com o sistema de classificação de Köppen (ALVARES *et al.*, 2013). A região está inserida no domínio da Caatinga, com áreas transicionais para o Cerrado (COLE, 2020).

As coletas ocorreram em agosto de 2021 e maio de 2022. Tais viagens foram parte de um projeto que visa analisar a influência de estrutura de habitat na riqueza e composição de comunidades cavernícolas. 24 Cavernas no total foram investigadas como parte desse projeto, utilizando método de procura direta intuitiva (*sensu* WYNNE *et al.*, 2019) em diversos transectos de 30 m². O número desses transectos foram proporcionais ao tamanho das cavernas.

As espécies foram examinadas com o auxílio de um microscópio óptico Zeiss Axio Scope A1, juntamente com o software ZEN 2012. Ilustrações da coxa e genitália do macho foram produzidas através de um tubo de desenho associado à um microscópio óptico Olympus BX440, equipado com contraste de fase, e como meio estabilizador da lâmina foi utilizado glicerol Kaiser. Outras estruturas e apêndices foram fotografadas utilizando um estereomicroscópio Zeiss Axio Zoom V16 com o software ZEN 2.1. As imagens foram vetorizadas com o auxílio do software Inkscape, V1.1 (MONTESANTO, 2015). Os holótipos e parátipos estão depositados na Coleção de Invertebrados Subterrâneos de Lavras (ISLA).

As terminologias seguem Chamberlin

(1931), Harvey (1992), Judson (2007) e Zaragoza (2017).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Família Chthoniidae Daday, 1888

Gênero *Pseudochthonius* Balzan, 1892

Pseudochthonius sp.1

3.1. Material examinado

Holótipo, macho, coletado em 24 de Agosto de 2021, Santa Maria da Vitória, Bahia, Gruta do Padre (13°12'58,8"S, 44°03'54,7"O), leg. R.L Ferreira, preservado em álcool 70%. Parátipos: 8 fêmeas, 2 machos, 3 tritoinfas, mesmo local de coleta do holótipo.

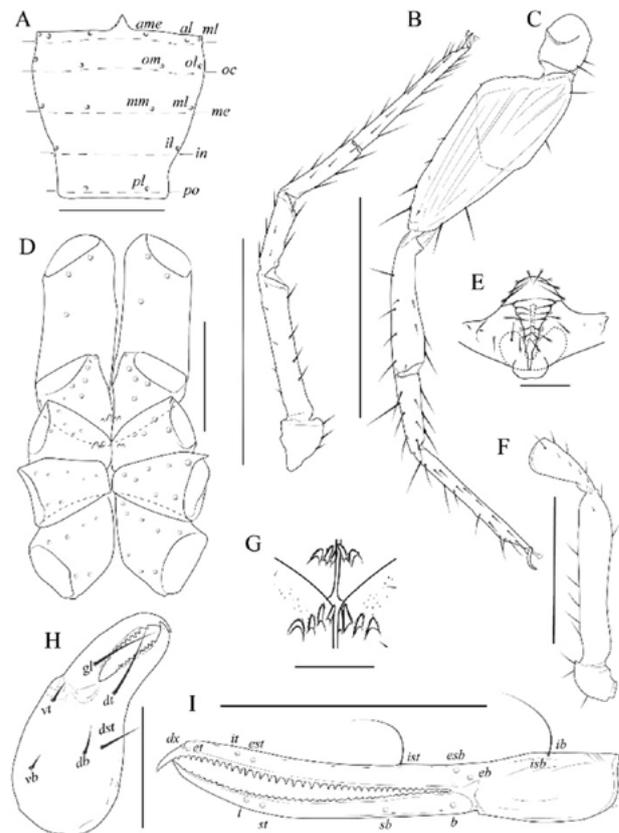


Figura 1: *Pseudochthonius* sp.1 (Gruta do Padre), Holótipo macho. **A** Carapaça, vista dorsal; **B** Perna I direita, vista antiaxial; **C** Perna IV esquerda, vista antiaxial; **D** Coxas, palpas e pedais; **E** Genitália; **F** Pedipalpo esquerdo, vista dorsal; **G** Detalhe de espinhos coxais nas coxas I e II; **H** Quelícera esquerda, vista dorsal; **I** Quela esquerda, mostrando disposição tricobotrial. Barras de escala: 0,5 mm (A–C, F, I), 0,4 mm (D), 0,2 mm (H), 0,1 mm (E), 0,05 mm (G).

3.2. Diagnose

Pseudochthonius sp.1 (Fig. 1) se difere de outras espécies pelas seguintes combinações de caracteres: ausência de olhos, carapaça com uma forte constrição posterior (confirmada pela diferença entre largura ocular e largura posterior) (Fig. 1A), razão de distância entre tricobótrias (*ist-est/ist-esb*) de 2,34–2,61; dedo fixo da quela com 35–38 dentes agudos e pareados, dedo móvel da quela com 36–40 dentes pequenos e retroprojetados (Fig. 1I); dedo móvel e dedo fixo da quelícera com 11 dentes altamente homogêneos (Fig. 1H); rallum com 7 lâminas pectinadas apicalmente; presença de 4 setas nos 5 tergitos proximais; tricobótria *et* próxima à *dx* e distante à *it*, tricobótria *ist* em posição sub-basal; comprimento do corpo de 1,24–1,46 mm; quela 5,9–6,5 vezes mais comprido que largo.

Pseudochthonius sp.2

3.3. Material examinado

Holótipo fêmea, coletado em 02 de setembro de 2021, Santana, Bahia, Gruta da Pedra Escrevida (13°16'33,6"S, 43°57'40,3"O), leg. R.L Ferreira, preservado em etanol 70%.

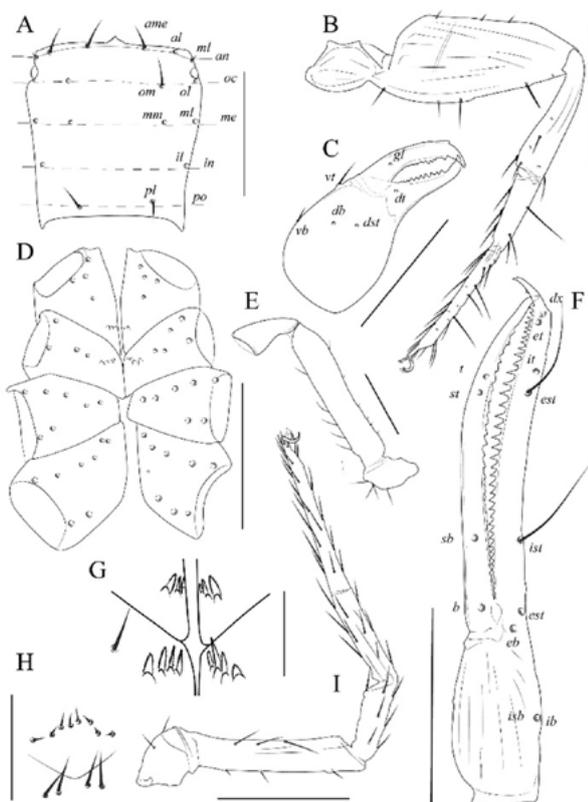


Figura 2: *Pseudochthonius* sp.2 (Gruta da Pedra Escrevida), Holótipo fêmea. **A** Carapaça, vista dorsal; **B** Perna IV direita, vista antiaxial; **C** Quelícera esquerda, vista dorsal; **D** Coxas palpais e pedais; **E** Pedipalpo direito, vista

dorsal; **F** Quela esquerda, mostrando disposição tricobotrial, vista antiaxial; **G** Detalhe de espinhos coxais nas coxas I e II; **H** Genitalia; **I** Perna I direita, vista paraxial. Barras de escala: 0,5 mm (A–C, F, I), 0,4 mm (D), 0,2 mm (H), 0,1 mm (E), 0,05 mm (G).

Pseudochthonius sp.2 (Fig. 2) se difere de outras espécies pelas seguintes combinações de caracteres: presença de dois olhos; carapaça com uma constrição posterior (confirmada pela diferença entre largura ocular e largura posterior); razão de distância entre tricobótrias (*ist-est/ist-esb*) de 2,21; dedo fixo da quela com 36 dentes, divididos em três grupos de dentição, do basal ao distal: 6 dentes unisseriados e redondos, 21 dentes bem espaçados, bisseriados e agudos e 9 dentes agregados unisseriados, agudos e pequenos, presença de um micro dente lateral na ponta distal do dedo, dedo móvel da quela com 32 dentes muito pequenos e retroprojetados (Fig. 2E–F); dedo fixo da quelícera com 8 dentes agudos, exibindo uma constrição entre o segundo e terceiro dente mais distal, dedo móvel da quelícera com 11 dentes agudos, incluindo um dente distal isolado; presença de 6 setas no quinto tergito; rallum com 7 lâminas pectinadas apicalmente; tricobótria *et* próxima de *dx* e tricobótria *ist* em uma posição sub-basal; comprimento corporal de 1,24 mm; quela 6,1 vezes mais comprida que larga; porção mais distal da perna IV longa e delgada.

3.4. Observações ecológicas

Os 14 espécimes de *Pseudochthonius* sp.1 foram encontradas somente na Gruta do Padre (16.400 m), mesmo com coletas em outras 23 cavernas, como parte do projeto. Esses pseudoescorpiões apresentam uma distribuição ampla ao longo da caverna, ocupando tanto a câmara superior como o conduto do rio Santo Antônio (Fig. 3A).

Importante mencionar que o solo exposto nas áreas mais devastadas em torno da gruta pode ser facilmente erodido por fortes chuvas e parte desses sedimentos podem ser transportados para a caverna, assoreando a câmara inferior. Já que uma parte importante do habitat desses animais são as margens dos rios, mudanças no nível de sedimentação pode alterar a variabilidade de micro-habitats, assim como reduzir o transporte de matéria orgânica dos ambientes externos.

O espécime de *Pseudochthonius* sp.2 foi encontrado na gruta da Pedra Escrevida. A caverna possui uma projeção horizontal de aproximadamente 470 metros e apenas uma entrada, localizada no fundo de uma dolina. O indivíduo foi encontrado na

porção mais profunda da caverna, a qual representa a parte mais úmida da caverna, recebendo água durante períodos de chuva. A matéria orgânica dessa região da caverna consiste em algumas pilhas de guano de morcego e alguns fragmentos de plantas.

Diferentemente da primeira espécie mencionada, *Pseudochthonius* sp. 2 foi encontrado somente em um local dentro da caverna, na terceira e última câmara da caverna, transitando pelo chão úmido. É importante mencionar que existem outras duas cavernas na mesma dolina colapsada, todas amostradas durante às saídas de campo do projeto, todavia, ambas as cavernas são bastante secas, não apresentando habitats úmidos similares à região onde *Pseudochthonius* sp.2 foi encontrada.

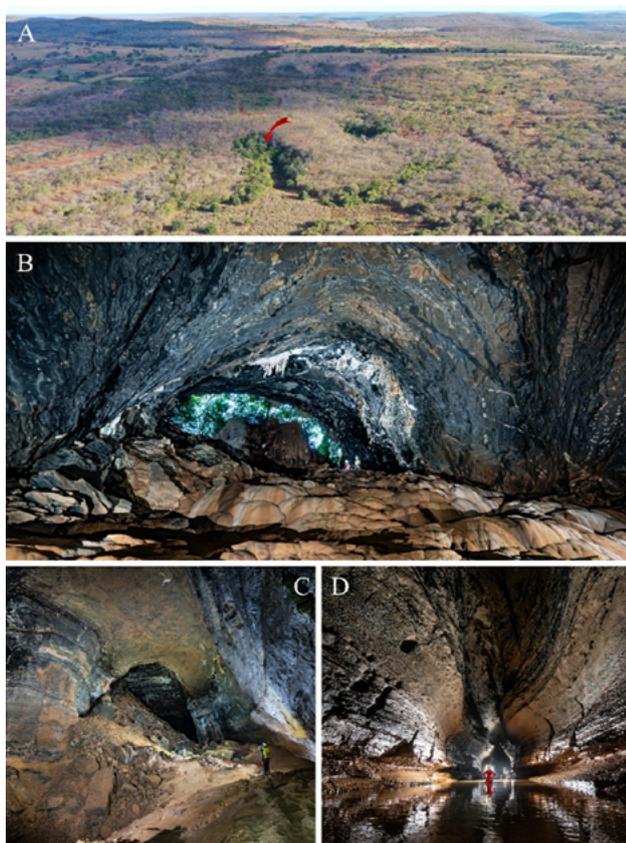


Figura 3: A Mapa da Gruta do Padre, exibindo localizações de coleta de *Pseudochthonius* sp.1.; B *Pseudochthonius* sp.1 habitus do holótipo; C *Pseudochthonius* sp.1 habitus do parátipo

3.5. Status troglóbio das espécies

Pseudochthonius sp1 nov. exibe uma distribuição geográfica limitada, apêndices alongados (ver diagnoses), ausência de olhos, ou pontos oculares, e uma distinção marcada entre as seções anterior e posterior da carapaça. Essas características são consistentes com adaptações típicas observadas em am-

bientes subterrâneos (VIANA; FERREIRA, 2018). Consequentemente, considera-se a presença de características troglomórficas e a distribuição geográfica restrita da espécie como evidência convincente que apoia seu status troglóbico.

Em contraste, *Pseudochthonius* sp2 apresenta dois olhos bem desenvolvidos, apêndices relativamente robustos (ver diagnóstico) e uma distinção menos pronunciada entre as margens anterior e posterior da carapaça em comparação com outros membros hipogeuos cegos do gênero. Essas características tornam desafiador classificar essa espécie como troglóbica. Portanto, optou-se por classificar a espécie como habitante de cavernas, mas se incentiva fortemente investigações adicionais no ambiente externo que cerca a caverna para determinar a possibilidade de ela ser uma espécie troglóbica.

Mahnert (2001) classificou duas espécies brasileiras de *Pseudochthonius* como troglóbicas: *Pseudochthonius strinatii* Beier, 1969 e *P. biseriatus*. No entanto, a recente expansão da distribuição de *P. biseriatus*, bem como a distribuição disjunta de *P. strinatii*, ressaltam a necessidade de reconsiderar essa classificação. A ocorrência original de *P. strinatii*, conforme documentado por Beier (1969), foi na caverna Gruta das Areias, localizada no município de Iporanga, estado de São Paulo. Além disso, indivíduos de outros estados foram identificados como pertencentes à mesma espécie, com relatos de cavernas no estado de Minas Gerais (caverna Buraco do Medo, no município de Sete Lagoas, e caverna Lapa Vermelha I, no município de Confins) e no estado do Paraná (caverna Gruta do Rocha, no município de Adrianópolis).

Para *P. biseriatus*, a ocorrência inicial documentada foi registrada por Mahnert (2001) na caverna Gruta Olhos d'Água, localizada no município de Itacarambi, estado de Minas Gerais. Investigações subsequentes de Schimonsky e Bichuette (2019) revelaram espécimes adicionais na caverna Lapa do Cipó, localizada na mesma região, indicando uma possível conexão entre essas cavernas e, assim, apoiando o status troglóbico de *P. biseriatus*.

No entanto, recentemente, Bedoya-Roqueme *et al.* (2023) ampliaram a distribuição conhecida de *P. biseriatus* para a caverna Furna do Morcego, localizada no Parque Nacional de Catimbau, no estado de Pernambuco, região nordeste do Brasil. Essa nova ocorrência é notável devido à sua considerável distância das ocorrências anteriores (mais de 1.000 km em linha reta) e ao fato de que a caverna está inserida em arenito, um tipo de rocha distinto em comparação

com as ocorrências iniciais em cavernas de calcário. Portanto, a distância significativa entre essas cavernas e sua associação com diferentes litologias sugere fortemente a ausência de conexões subterrâneas entre elas.

Portanto, no caso de ambas as espécies, a distribuição disjunta observada, juntamente com a ausência de conexões subterrâneas entre as cavernas onde as populações são encontradas, poderia sugerir que essas espécies não estão estritamente confinadas a habitats de cavernas. No entanto, desconsiderar o status troglóbico dessas espécies desafia as características troglomórficas discutidas anteriormente atribuídas ao gênero desde Beier (1969).

Essas características troglomórficas incluem apêndices alongados, ausência de olhos ou pontos oculares, ampliação da porção anterior da carapaça e tamanho do corpo (BEIER, 1969; MAHNERT, 2001; SCHIMONSKY; GALLÃO; BICHUETTE, 2022; PRADO; FERREIRA, 2023). Para resolver esse impasse, são propostas duas hipóteses: i) as características troglomórficas sozinhas podem não ser suficientes para sustentar seu status troglóbico, uma vez que sua distribuição é escassa e isolada, sem comunicação entre as cavernas, o que tornaria impossível explicar seu padrão de distribuição observado; ou ii) *P. biseriatus* e *P. strinatii* na verdade representam pelo menos cinco espécies crípticas distribuídas em diferentes regiões. Especificamente, *P. strinatii* na região de Iporanga, São Paulo (caverna Gruta Areias de Cima, caverna Morro Preto e caverna Tapagem), *P. aff. strinatii* sp.1 na região de Pedro Leopoldo, Minas Gerais (caverna Lapa Vermelha I e caverna Buraco do Medo), *P. aff. strinatii* sp.2 na região de Adrianópolis, Paraná (caverna Gruta do Rocha), *P. biseriatus* na região de Itacarambi, Minas Gerais (caverna Gruta Olhos d'Água e caverna Lapa do Cipó) e *P. aff. biseriatus* sp.1 no Parque Nacional de Catimbu, Pernambuco (caverna Furna do Morcego).

Dadas as complexidades associadas ao status troglóbico e distribuição das espécies de *Pseudochthonius*, a segunda hipótese apresenta um suporte mais sólido, considerando que características troglomórficas têm sido predominantemente observadas em espécies hipógeas e estão completamente ausentes ou significativamente reduzidas em seus corresponden-

tes epígeos. Portanto, é altamente recomendado realizar estudos adicionais, especialmente em regiões menos exploradas, para potencialmente descobrir espécies adicionais que possam elucidar esses padrões de distribuição.

4. CONCLUSÕES

O estudo de ambas as novas espécies de *Pseudochthonius* no Brasil junto à recente expansão da distribuição de *P. biseriatus* revelam alguns padrões intrigantes quanto aos troglomorfismos e endemismo. A presença de características troglomórficas, como apêndices alongados, ausência de olhos ou manchas oculares e margem anterior do cefalotórax aumentada, tem sido fortemente associada a adaptações subterrâneas. Ademais, a distribuição disjunta observada em *P. biseriatus* e *P. strinatii*, juntamente com a ausência de conexões subsuperficiais entre cavernas, desafia a restrição estrita dessas espécies a habitats de cavernas. Duas hipóteses foram propostas para abordar esse impasse. A primeira sugere que essas características troglomórficas por si só podem não ser suficientes para sustentar seu status troglóbico, dada a distribuição isolada dessas espécies. A segunda, e mais favorável, propõe que *P. biseriatus* e *P. strinatii* representam pelo menos cinco espécies crípticas distribuídas em diferentes regiões.

Para elucidar ainda mais o status troglóbico e os padrões de distribuição das espécies de *Pseudochthonius*, é crucial realizar estudos adicionais, especialmente em regiões menos exploradas. Análises filogenéticas abrangentes, juntamente com investigações moleculares, são necessárias para determinar as identidades das espécies dentro de cada população.

5. AGRADECIMENTOS

À toda a equipe do Centro de Estudos de Biologia Subterrânea da Universidade Federal de Lavras por sua assistência nas viagens de campo. Às instituições que apoiaram o estudo com financiamento para bolsas e infraestrutura (FAPEMIG, VALE), bem como ao IABS e CECAV pelo projeto subsidiado n. 0.17/2021. RLF agradece ao CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico) pela bolsa fornecida (CNPq n. 302925/2022-8).

REFERÊNCIAS

- ALVARES, C. *et al.* Köppen's climate classification map for Brazil. *Meteorologische Zeitschrift*. 22(6), pp. 711–728, 2013.
- BEDOYA-ROQUEME, E. *et al.* Two new cave-dwelling pseudoscorpion species (Arachnida: Pseudoscorpio-

- nes) from Northeastern Brazil. **Zootaxa**. 5293(2), pp. 317–332, 2023.
- BEIER, M. Ein wahrscheinlich troglobionter *Pseudochthonius* (Pseudoscorp.) aus Brasilien. **Revue Suisse de Zoologie**. 76(1), pp. 1–2, 1969.
- BENAVIDES, L. *et al.* Phylogenomic interrogation resolves the backbone of the Pseudoscorpiones tree of life. **Molecular phylogenetics and Evolution**. 139, p. 106509, 2019.
- CHAMBERLIN, J. The genus *Pseudochthonius* Balzan (Arachnida-Chelonetida). **Bulletin de la Société Zoologique de France**. 54, pp. 173–179, 1929.
- COLE, M. M. Cerrado, caatinga and pantanal: the distribution and origin of the savanna vegetation of Brazil. **The Geographical Journal**. 126(2), pp. 168–179, 1960.
- FERREIRA, R. L. *et al.* Brazilian cave heritage under siege. **Science**. 375, pp. 1238–1239, 2022.
- HARVEY, M. S. The phylogeny and classification of the Pseudoscorpionida (Chelicerata: Arachnida). **Invertebrate Taxonomy**. 6, pp. 1373–1435, 1992.
- JUDSON, M. L. A new and endangered species of the pseudoscorpion genus *Lagynochthonius* from a cave in Vietnam, with notes on chelal morphology and the composition of the *tyrannochthoniini* (Arachnida, Chelonethi, Chthoniidae). **Zootaxa**. 1627, pp. 53–68, 2007.
- MAHNERT, V. Cave-dwelling pseudoscorpions (Arachnida, Pseudoscorpiones) from Brazil. **Revue Suisse de Zoologie**. 108(1), pp. 95–184, 2001.
- MONTESANTO, G. A fast GNU method to draw accurate scientific illustrations for taxonomy. **Zookeys**. 515(515), pp. 191–206, 2015.
- PRADO, G. C.; FERREIRA, R. L. Three new troglobitic species of *Pseudochthonius* Balzan, 1892 (Pseudoscorpiones, Chthoniidae) from northeastern Brazil. **Zootaxa**. 5249(1), pp. 092–110, 2023.
- SCHIMONSKY, D. M. V.; GALLÃO, J. E.; BICHUETTE, M. E. A new troglobitic *Pseudochthonius* (Pseudoscorpiones: Chthoniidae) from Minas Gerais State, south-east Brazil. **Arachnology**. 19(1), pp. 38–46, 2022.
- VIANA, A. M. V.; FERREIRA, R. L. A new troglobitic species of *Allochthonius* (subgenus *Urochthonius*) (Pseudoscorpiones, Pseudotyranochthoniidae) from Japan. **Subterranean Biology**. 37, pp. 43–55, 2021.
- WORLD PSEUDOSCORPIONES CATALOG. **World Pseudoscorpiones Catalog, 2023**. Natural History Museum Bern. Disponível em: <https://wac.nmbe.ch>. Acesso em: 15 de mar. de 2023.
- WYNNE, J. J. *et al.* Fifty years of cave arthropod sampling: techniques and best practices. **International Journal of Speleology**. 48, pp. 33–48, 2019.
- ZAMPAULO, R.; PROUS, X. **Fauna cavernícola do Brasil**. 1. ed. Rupestre. Belo Horizonte, p. 317–339, 2022.
- ZARAGOZA, J. Revision of the *Ephippiochthonius* complex in the Iberian Peninsula Balearic Islands and Macaronesia, with proposed changes to the status of the *Chthonius* subgenera (Pseudoscorpiones, Chthoniidae). **Zootaxa**. 4246(1), pp. 1–221, 2017.